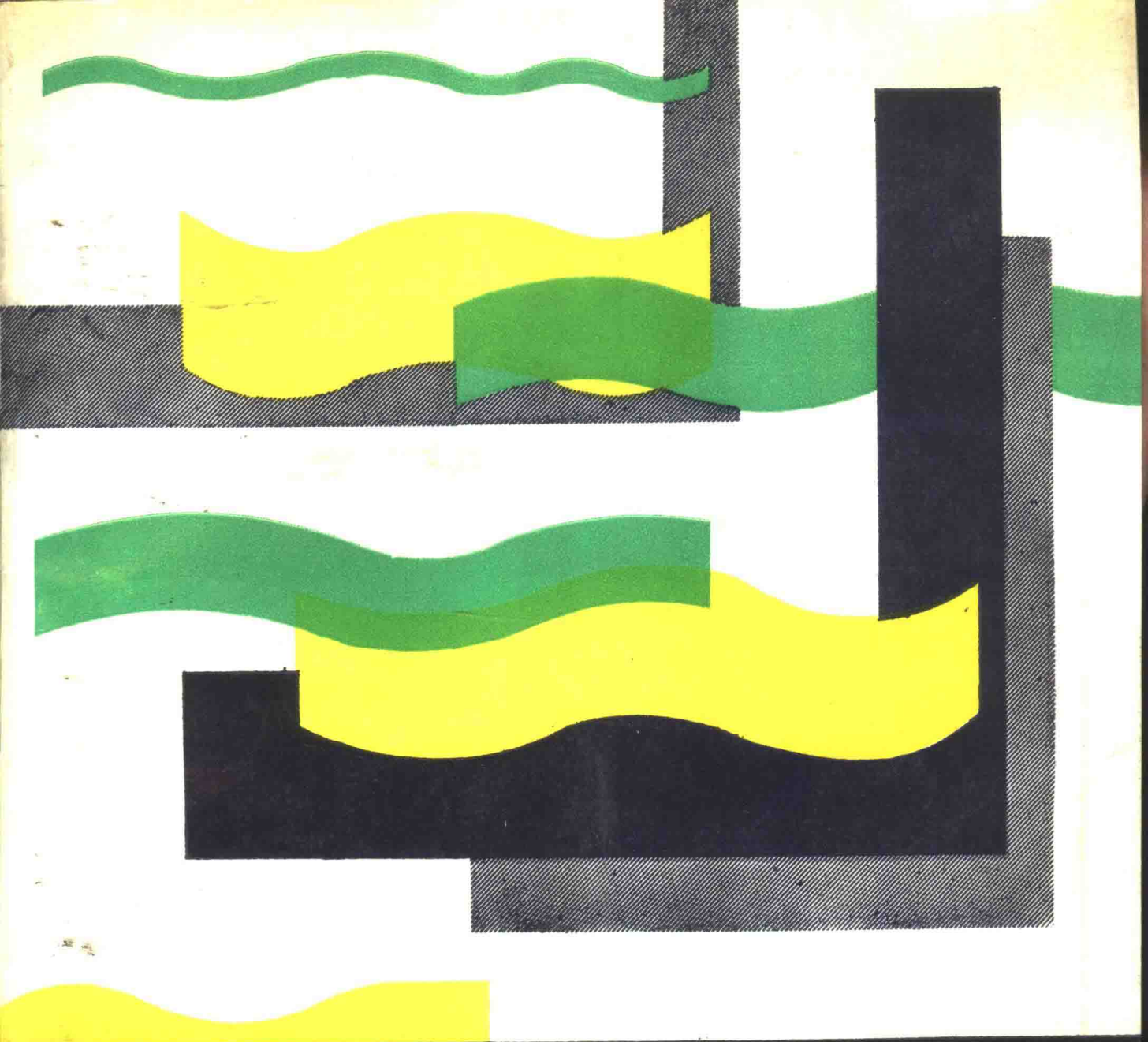




金久远 金明柏 杨诗模 编

水处理工艺计算图集

水利电力出版社

水 处 理 工 艺 计 算 图 集

金久远 金明柏 杨诗模 编

水利电力出版社

(京)新登字115号

内 容 提 要

本图集汇编了常用的水化学和水处理工艺数据算图和资料, 主要包括: 水化学数据, 离子交换树脂工艺特性, 工业水处理和冷却水处理工艺系统计算, 设备选择等方面的常用资料和相关设计技术规范选用的数据。这是一本实用的工具书, 可供从事水处理专业设计的人员和相关专业的技术人员使用, 也可供大专院校相关专业的师生参考。

水处理工艺计算图集

金久远 金明柏 杨诗模 编

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号)

各地新华书店经售

朝阳区小红门印刷厂印刷

*

787 × 1092毫米 16开本 5.25印张 109千字

1992年11月第一版 1992年11月北京第一次印刷

印数 0001 — 4350册

ISBN 7 120 00581 2/TK · 251

定价 5.05元

前 言

随着我国四个现代化建设事业的发展，水资源的开发和利用以及工业用水与废水处理问题，已日益受到各有关部门的重视。近年来我国的水处理工艺系统和设备技术方面发展较快，并取得了一定成就。在此基础上我们搜集和汇编了部分水处理工艺设计中常用的专业算图资料，以供专业同行在工作中参考。这本图集主要内容有，常用的水化学数据、离子交换树脂工艺特性，工业水处理和冷却水处理工艺系统计算以及设备选择等方面资料。有关设计技术规定选用的数据、资料列入附录。这次编集的资料范围和内容还不够完整，因此希望专业同行不吝指正，在使用中提出宝贵意见，以待今后修订、补充。本图集由金久远、金明柏、杨诗模同志合编，金明柏负责统编定稿。

在此我们谨向支持协助本图集编制的潘有道、袁维颖、钟照仁同志；审校本图集的徐卫同志；提供资料的韩津传、李荣荣、朱敏庆等同志致以衷心的感谢。

编 者

1991.11

目 录

前 言

§1 水化学数据	1
图1-1 中国河水化学示意图	1
图1-2 中国河流总硬度示意图	2
图1-3 生水的pH值与总碱度、游离 CO_2 的关系	3
图1-4 总碱度、酚酞碱度与pH值三者关系(20~25℃)	3
图1-5 总碱度、游离 CO_2 与pH值三者关系	4
图1-6 水中游离矿物酸与pH值的关系	4
图1-7 化合物在水中的溶解度与温度的关系	5
图1-8 溶液浓度与电导率的关系(25℃)	6
图1-9 氨、联氨溶液浓度与电导率的关系(25℃)	6
图1-10 磷酸离子浓度与pH值的关系(25℃)	7
图1-11 NaOH 、 HCl 、 H_2SO_4 溶液的pH值(25℃)	7
图1-12 氨、联氨溶液的pH值(25℃)	7
图1-13 纯水的温度与电阻率的关系	8
图1-14 纯水的温度与pH值的关系	8
图1-15 氧在纯水中的溶解度	8
图1-16 水的pH值与次氯酸量的关系	9
图1-17 水中离子含量与pH值、电导率的关系(25℃)	9
图1-18 二氧化碳与氨在水中($t = 20^\circ\text{C}$)的pH值和电导率	9
图1-19 稀溶液的pH值与电导率	9
图1-20 药品浓度与冰冻点的关系	10
图1-21 凝结水中含氨量与电导率及pH值的关系	11
图1-22 石灰浆浓度的换算	11
图1-23 HCl 、 H_2SO_4 、 NaOH 单位换算	12
图1-24 金属溶解度与pH值的关系	12
图1-25 H^+ 浓度对应的pH值与水的酸碱性范围	13
图1-26 水中含有重碳酸盐碱度与游离 CO_2 时的pH值	13
§2 溶液制备	14
图2-1 稀酸溶液的配制	14
图2-2 稀溶液的配制	15
图2-3 酸溶解时的热函变化(18℃时酸用水冲淡的稀释热)	15
§3 箱罐贮槽容积	16
图3-1 圆柱形贮罐容积	16
图3-2 卧式圆柱形贮罐容积	17
图3-3 液体在倾斜圆筒形贮罐内的容积	17

图3-4 卧式贮槽液体容积	18
图3-5 卧式容器圆筒直段部分液体容积算图	19
图3-6 卧式容器封头内液体容积算图	20
§ 4 管道直径选择	21
图4-1 管径选择	21
图4-2 管内水流速与流量计算图	22
图4-3 管道阻力计算图	23
图4-4 矩形堰水流量算图	24
图4-5 三角堰水流量算图	24
§ 5 锅炉部分	25
图5-1 锅炉排污率计算	25
图5-2 Na_2CO_3 分解率与锅炉压力的关系	26
图5-3 锅炉排污水在排污扩容器内的汽化率	26
图5-4 不同压力下锅炉排污回收扩容蒸汽量	26
图5-5 蒸汽中 SiO_2 的溶解度	26
图5-6 保证蒸汽中 SiO_2 -0.02 ppm时炉水 SiO_2 的允许量	27
图5-7 蒸汽中 SiO_2 携带量与锅炉压力、炉水 pH 值的关系	27
图5-8 SiO_2 选择性携带量 (JIS 标准)	27
图5-9 取样冷却器冷却水量计算图	28
§ 6 离子交换剂	29
6.1 磺化煤	29
图6-1 水流通过磺化煤层的阻力损失	29
图6-2 磺化煤的反洗展开率	29
图6-3 在单级钠离子交换器内磺化煤的工作交换容量	29
图6-4 H^+ 交换磺化煤的工作交换容量和原水品质的关系	29
图6-5 磺化煤工作交换容量与运行流速的关系	30
图6-6 原水水质和再生硫酸比耗的关系	30
图6-7 第二级 H^+ 交换器中磺化煤工作交换容量与运行流速的关系	30
6.2 阳离子交换树脂水力特性	30
图6-8 001×7 阳树脂压力损失曲线	30
图6-9 001×7 阳树脂反洗展开率曲线	30
6.3 001×7 阳离子交换树脂 (钠离子交换)	31
图6-10 顺流再生钠离子交换进水水质与工作交换容量的关系	31
图6-11 原水水质修正系数 β'_1	31
图6-12 树脂层高修正系数 β'_2	31
图6-13 对流再生钠离子交换进水水质与工作交换容量的关系	31
图6-14 原水水质修正系数 β_1	32
图6-15 树脂层高修正系数 β_2	32
图6-16 再生剂用量与工作交换容量、再生剂比耗的关系 (顺流再生)	32
图6-17 再生剂用量与工作交换容量、再生剂比耗的关系 (对流再生)	32
6.4 001×7 阳离子交换树脂 (氢离子交换)	33
图6-18 顺流式 HCl 再生工作交换容量	33

图6-19	对流式HCl再生工作交换容量	33
图6-20	对流式H ₂ SO ₄ 一步再生工作交换容量	34
图6-21	对流式H ₂ SO ₄ 二步再生工作交换容量	34
图6-22	原水钙硬/总硬的修正系数 a_1	34
图6-23	对流再生树脂层高度修正系数 a_2	34
图6-24	顺流再生树脂层高度修正系数 a_3	35
图6-25	顺流再生进水总阳离子修正系数 a_4	35
图6-26	顺流再生进水碱度/总阳离子修正系数 a_5	35
图6-27	顺流再生运行水温修正系数 a_6	35
图6-28	H ⁺ 交换再生剂用量与工作交换容量、再生剂比耗的关系	35
6.5	阴离子交换树脂水力特性	36
图6-29	201×7强碱阴树脂床层压力损失	36
图6-30	201×7强碱阴树脂床层反洗展开率	36
6.6	201×7阴离子交换树脂(氢氧离子交换)	36
图6-31	顺流再生201×7树脂工作交换容量(I)	36
图6-32	顺流再生201×7树脂工作交换容量(II)	37
图6-33	顺流再生201×7树脂工作交换容量(III)	37
图6-34	再生剂(NaOH)纯度与再生液温度修正系数 a_1 或 β_1	37
图6-35	树脂层高修正系数 β_2	37
图6-36	运行流速修正系数 β_3	38
图6-37	进水温度修正系数 β_4	38
图6-38	对流再生201×7树脂工作交换容量(I)	38
图6-39	对流再生201×7树脂工作交换容量(II)	38
图6-40	对流再生201×7树脂工作交换容量(III)	39
图6-41	树脂层高修正系数 a_2	39
图6-42	运行流速修正系数 a_3	39
图6-43	进水温度修正系数 a_4	39
图6-44	进水 $[\text{SO}_4^{2-}]/\{[\text{SO}_4^{2-}]+[\text{Cl}^-]\}$ 修正系数 a_5	39
6.7	弱酸阳离子交换树脂	40
图6-45	弱酸树脂交换NaCl、CaCl ₂ 、NaHCO ₃ 的流出曲线	40
图6-46	弱酸树脂交换Ca(HCO ₃) ₂ 、Mg(HCO ₃) ₂ 的流出曲线	40
图6-47	弱酸树脂工作交换容量和原水硬碱比的关系	40
图6-48	各种硬碱比水质下弱酸树脂的流出曲线	40
图6-49	弱酸树脂再生度曲线	40
图6-50	弱酸树脂失效度曲线	40
图6-51	20m/h流速下D111弱酸树脂工作交换容量和树脂层高度的关系	41
图6-52	40m/h流速下D111弱酸树脂工作交换容量和树脂层高度的关系	41
6.8	弱碱阴离子交换树脂	41
图6-53	弱碱树脂运行流出曲线	41
图6-54	弱碱树脂吸收强酸的流出曲线	41
图6-55	弱碱树脂吸收CO ₂ 的流出曲线	41
图6-56	弱碱树脂对SiO ₂ 吸收的流出曲线	42

图6-57	D354-FC树脂工作交换容量与进水水质的关系	42
图6-58	D354-FC树脂层高与工作交换容量的关系	42
图6-59	D354-FC树脂工作交换容量与再生水平的关系	42
图6-60	树脂反洗展开率的温度校准系数	42
6.9	国外离子交换树脂工艺参数	43
图6-61	再生盐液浓度和离子交换树脂工作交换容量的关系	43
图6-62	用 H_2SO_4 顺流再生时, 强酸阳离子交换树脂工作交换容量与生水水质及漏泄率的关系	43
图6-63	用HCl再生时钠和碱度对树脂交换容量的影响	43
图6-64	用 H_2SO_4 顺流再生时钠对强酸阳离子交换树脂离子漏泄的影响	44
图6-65	用HCl顺流再生时钠对强酸阳离子交换树脂离子漏泄的影响	44
图6-66	强碱I型阴离子交换树脂顺流再生工作交换容量的选择	44
图6-67	弱酸阳离子交换树脂交换容量(天然水处理用)	45
图6-68	弱碱阴离子交换树脂IRA-45工作交换容量	45
§ 7	水处理设备工艺参数	46
图7-1	硫酸铝剂量与出水残留浊度的关系	46
图7-2	以硫酸铝作凝聚剂时, 胶体凝聚速度与水的pH值的关系	46
图7-3	聚合铝(PAC)和聚合硫酸铁(PFS)的加药量与清水浊度的关系	46
图7-4	硫酸铝溶液的浓度与密度的关系	46
图7-5	过滤器运行工况	47
图7-6	常用水处理设备运行流速与设备出力	48
图7-7	离子交换器自用水率	49
图7-8	氢-钠离子交换并联系统水量分配	50
图7-9	盐溶解器运行特性	50
图7-10	反渗透膜的水透过系数、 SiO_2 溶解度与温度的关系	51
图7-11	微粒的去除方法	51
图7-12	各种除盐方法的适用范围	51
图7-13	兰格利亚(Langlier)指数 I_L 计算	52
图7-14	固定床离子交换器选型工艺计算(通用于Na、H、OH型离子交换器)	53
图7-15	鼓风式除碳器工艺计算(填装 $25 \times 25 \times 3$ 瓷环)	54
图7-16	真空式除气器工艺计算(按除二氧化碳计算)	55
图7-17	蒸发量计算	55
图7-18	圆锥体料堆的最大体积	56
图7-19	各种滤布运行流速与压降的关系	56
图7-20	611*滤布(罗纹)在一定流速下压降与时间的关系	56
图7-21	901型水帽	57
图7-22	901B-I型叠片式水帽水力特性	57
图7-23	冷法石灰处理时出水残留镁硬度(最大值)	57
图7-24	冷法石灰处理时出水残留钙硬度(最大值)	58
图7-25	在热法软化过程中出水硬度与 Na_2CO_3 过剂量的关系	58
图7-26	硫酸钙溶解度	59
图7-27	阳离子交换器钠泄漏与阴离子交换器硅泄漏的关系	59

图7-28 混合树脂比例与出水电导率的关系	59
§ 8 冷却水处理	60
图8-1 极限碳酸盐硬度的计算 ($t = 40^{\circ}\text{C}$)	60
图8-2 循环水浓缩倍率 N 的确定	61
图8-3 以硫酸钙溶解度为依据的最高允许浓缩倍数	61
图8-4 循环冷却系统水量损失的计算	62
图8-5 循环水系统排污率的计算	63
图8-6 水质稳定剂的稳定效能	64
图8-7 凝结水含盐量与循环冷却水含盐量及凝汽器泄漏率的关系	64
图8-8 总磷酸盐转化到正磷酸盐的比率与循环水在系统中停留时间的关系	65
图8-9 直流冷却时常温下稳定的地表水稳定性与允许加热温度的关系	65
附录	66
附录一 软化除盐装置进水水质要求 (GBJ109-87)	66
附录二 软化系统选择 (GBJ109-87)	66
附录三 软化处理药剂用量计算	67
附录四 离子交换除盐系统选择 (GBJ109-87)	67
附录五 后处理系统选择 (GBJ109-87)	69
附录六 离子交换器设计数据 (GBJ109-87)	70
附录七 水中溶解物质溶解性能判别	73
附录八 混凝剂对水质的影响和中和1ppm混凝剂所需要的碱量	73
附录九 聚合铝 (PAC) 的组成表	74
附录十 各种凝聚剂的剂量范围	74

§1 水化学数据

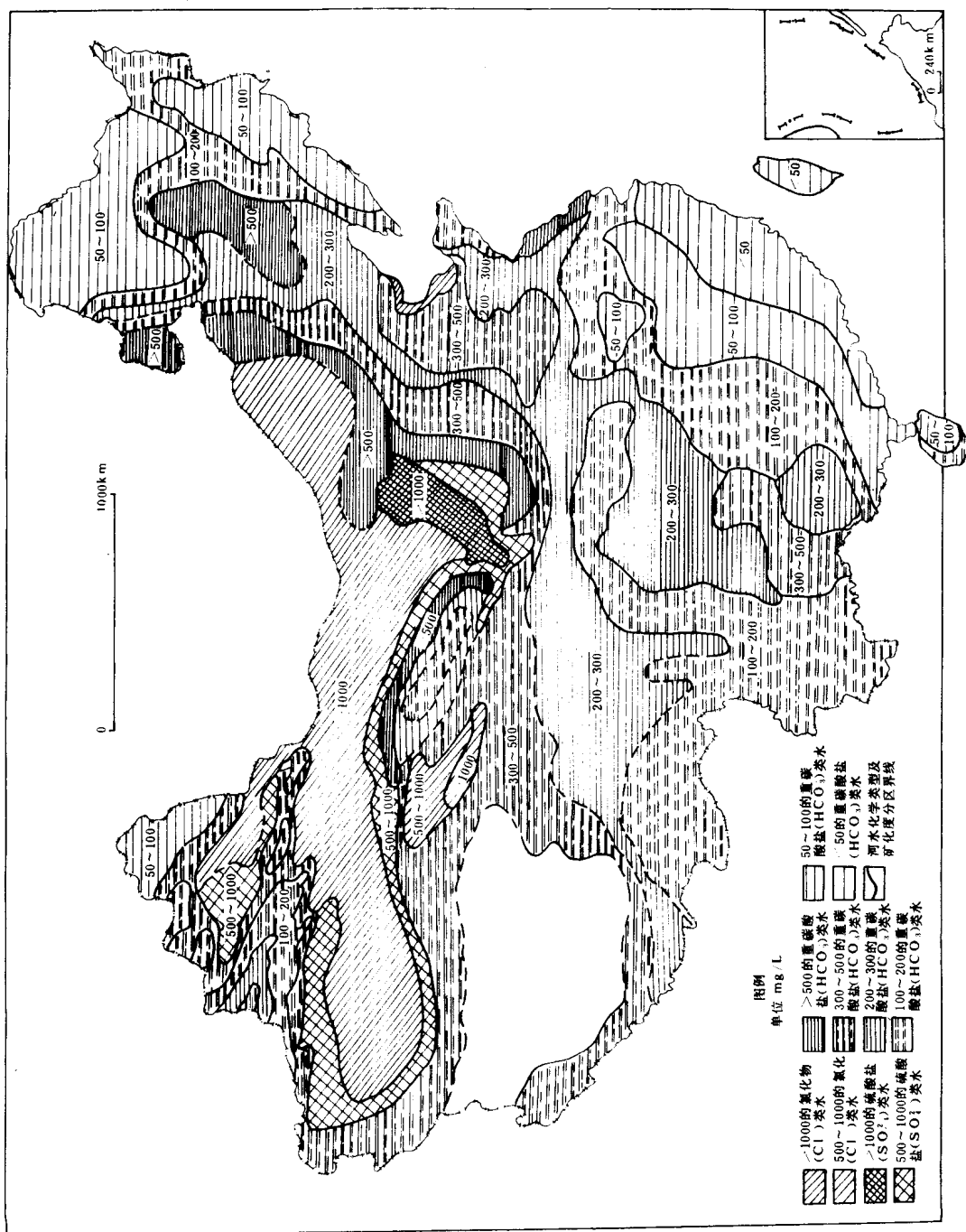


图 1-1 中国河流化学示意图

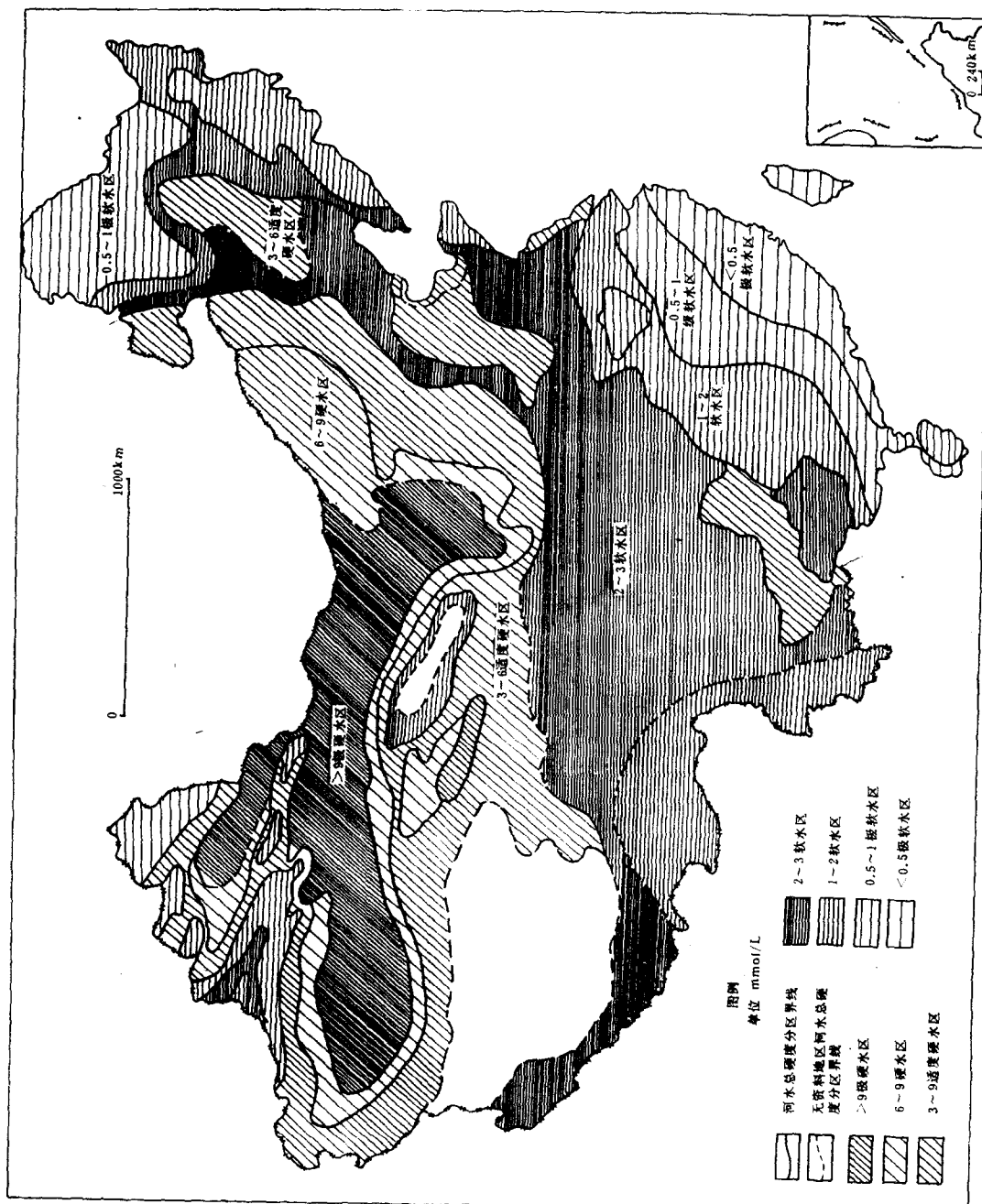


图 1 2 中国河流总硬度示意图

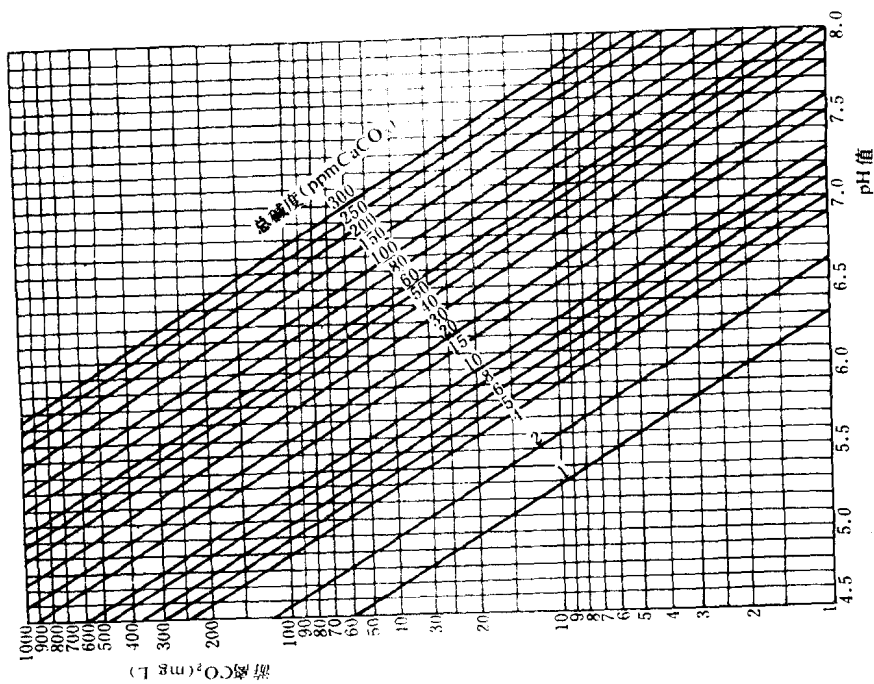


图 1-3 生水的pH值与总碱度●、游离CO₂的关系

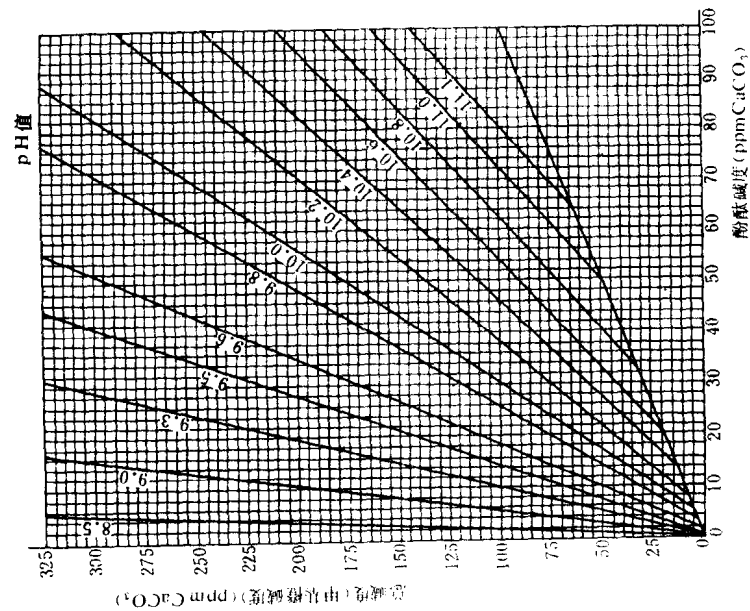


图 1-4 总碱度、酚酞碱度与pH值三者关系 (20~25℃)
 说明: 水温降低, pH值增加。在5℃时需对图中查得的pH值进行修正。
 图中所示pH值为8.5~9.0时+0.2; pH值为9.0~10.0时+0.3;
 pH值在10以上时+0.4~0.6

● 本图集中酸度、碱度、离子交换剂的工作交换容量的法定计量单位以mmol/L表示, 对其组成离子按一价计, 数值与以毫克·当量/升计算时相等。

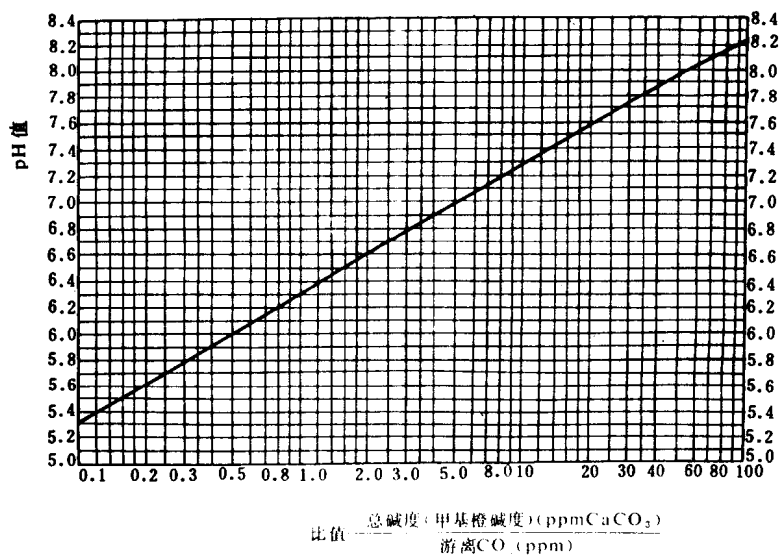


图 1-5 总碱度、游离CO₂与pH值三者关系

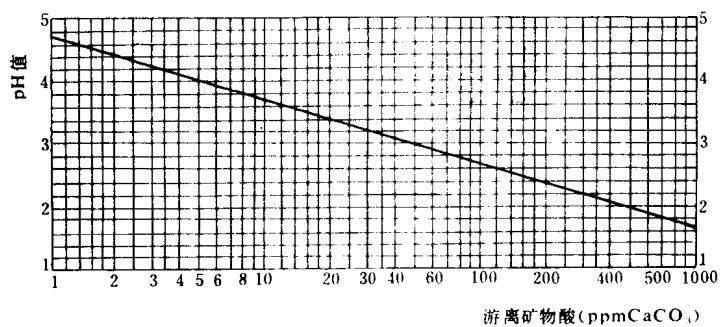


图 1-6 水中游离矿物酸与pH值的关系

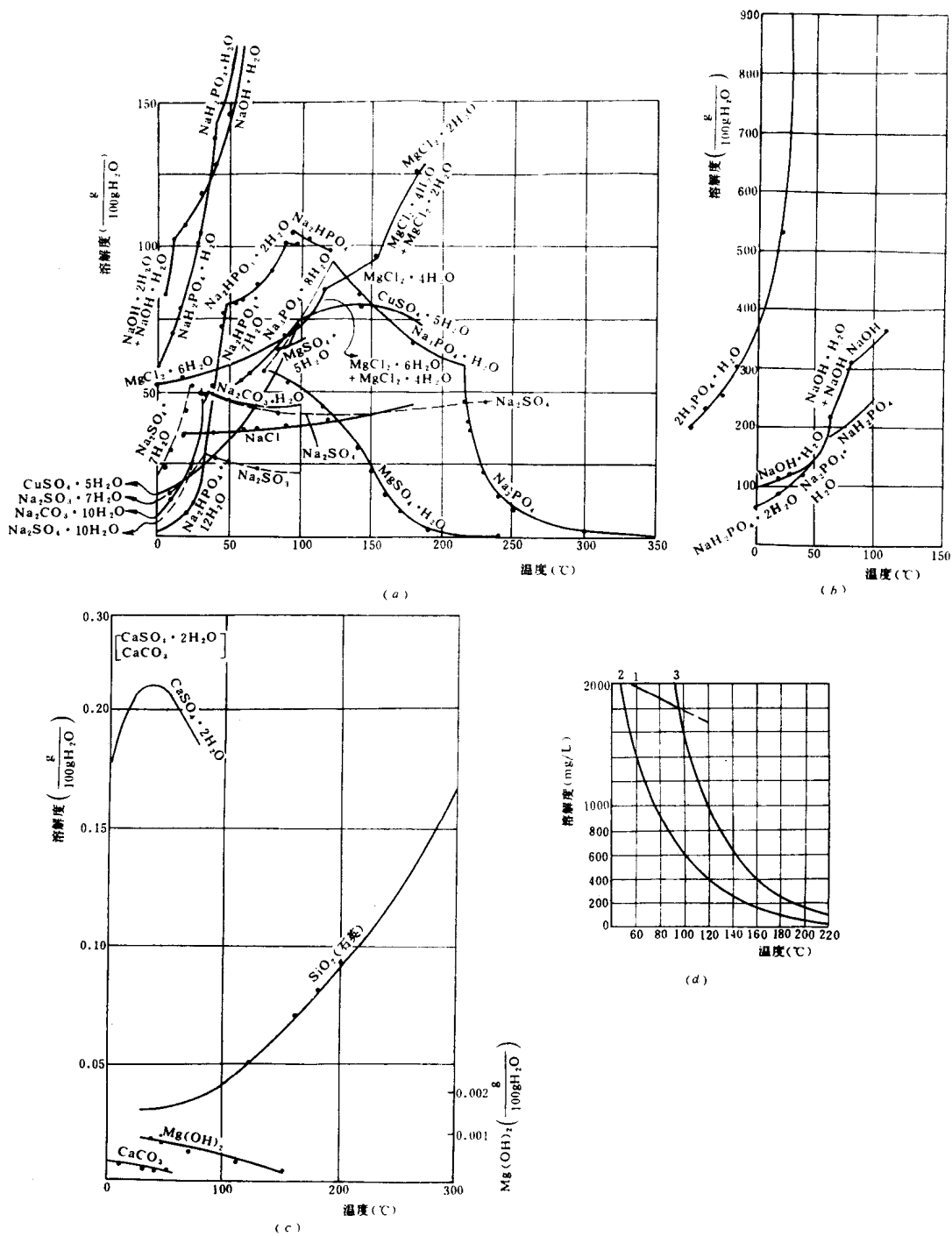


图 1-7 化合物在水中的溶解度与温度的关系

1—CaSO₄·2H₂O在温度<80℃时安定；2—(CaSO₄)₂·H₂O在温度为98~170℃时安定；3—CaSO₄在170℃以上时安定

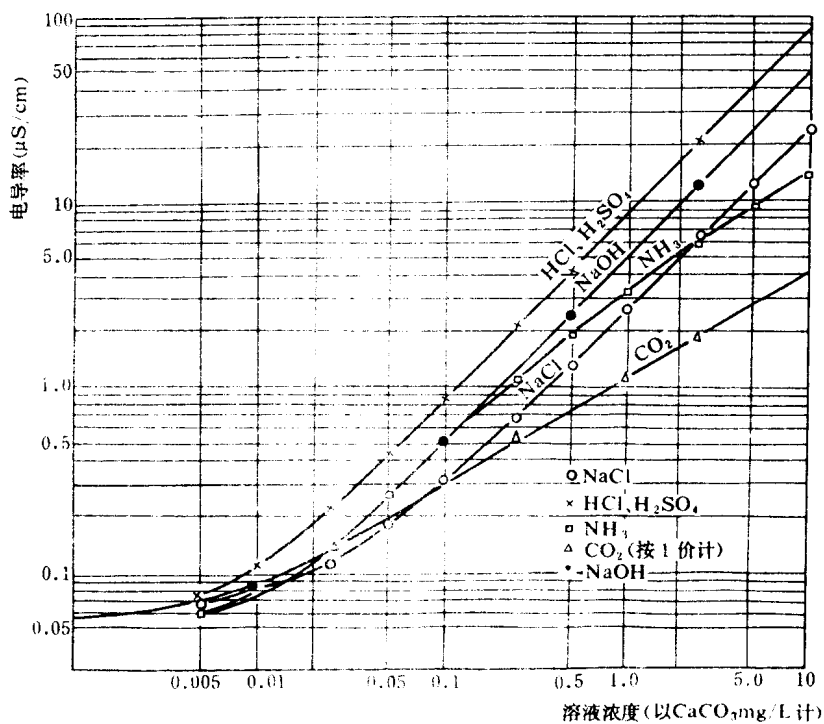


图 1-8 溶液浓度与电导率的关系 (25°C)

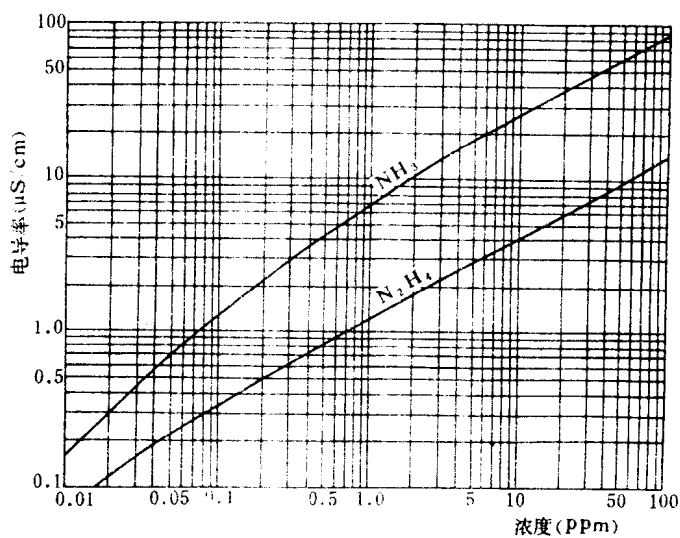


图 1-9 氨、联氨溶液浓度与电导率的关系 (25°C)

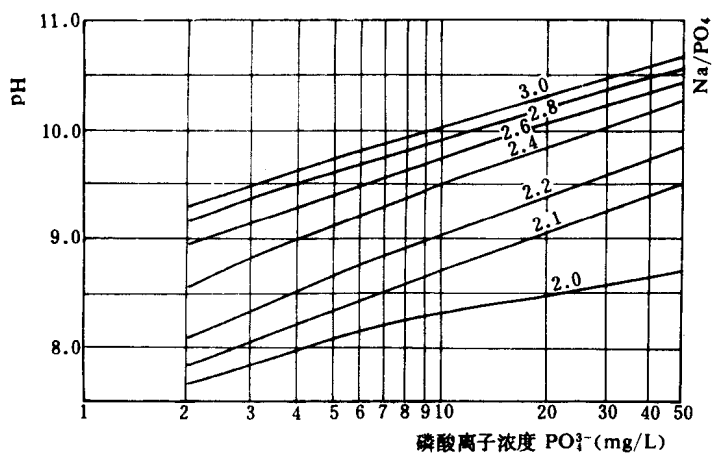


图 1-10 磷酸离子浓度与pH值的关系 (25°C)

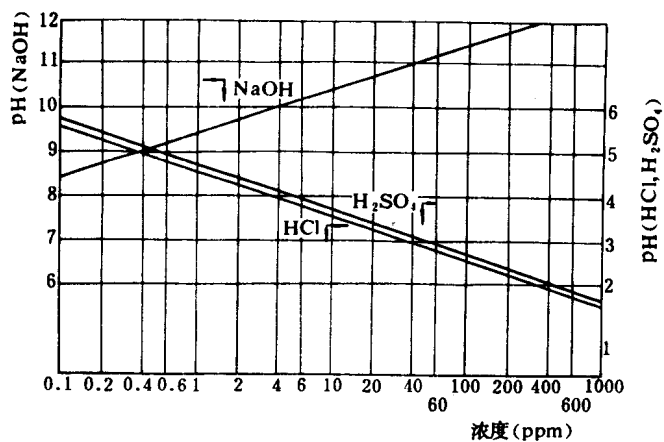


图 1-11 NaOH 、 HCl 、 H_2SO_4 溶液的pH值 (25°C)

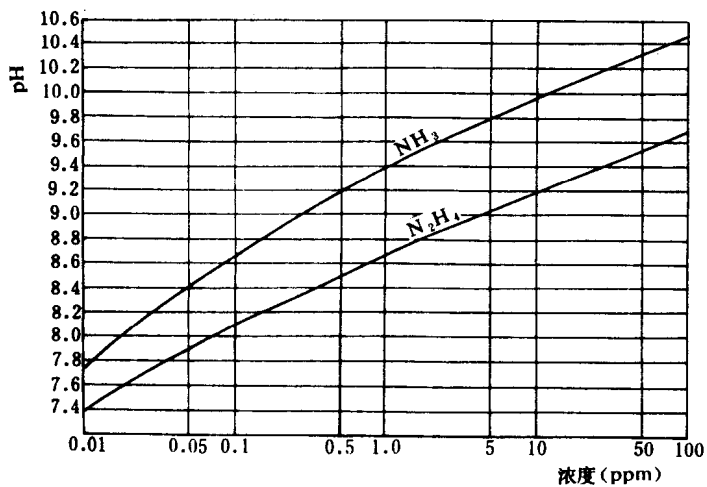


图 1-12 氨、联氨溶液的pH值 (25°C)

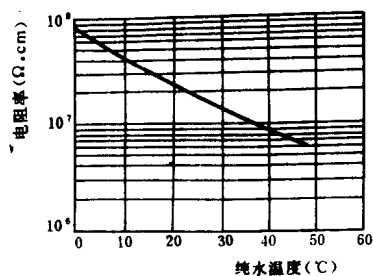


图 1-13 纯水的温度与电阻率的关系

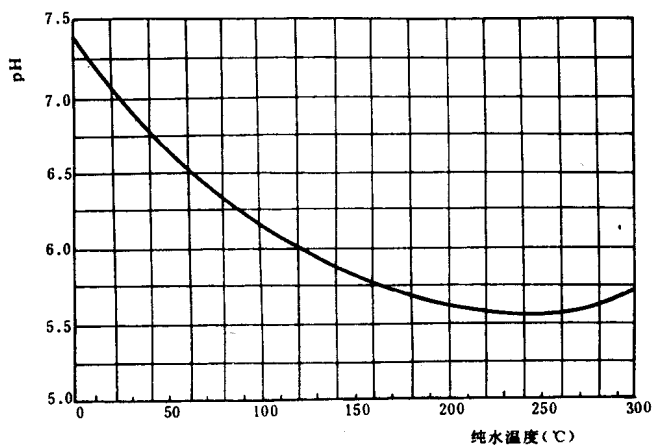


图 1-14 纯水的温度与pH值的关系

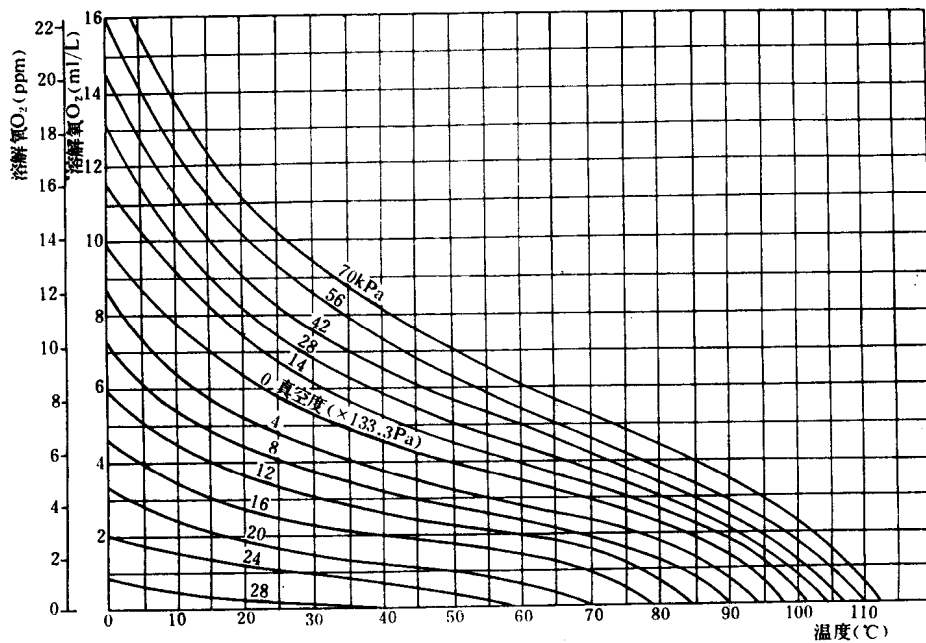


图 1-15 氧在纯水中的溶解度